

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° d publication : **2 579 588**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **86 04333**

⑤1 Int Cl⁴ : C 03 C 17/23; E 06 B 3/66.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 24 mars 1986.

③0 Priorité : GB, 28 mars 1985, n° 85 08 092.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 3 octobre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *GLAVERBEL, société anonyme.* — BE.

⑦2 Inventeur(s) : Robert Terneu et Jean Roucour.

⑦3 Titulaire(s) :

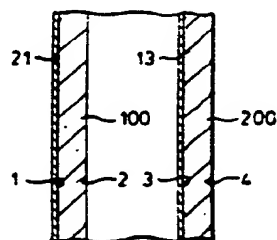
⑦4 Mandataire(s) : Jacques Antoine.

⑤4 Vitrage transparent.

⑤7 L'invention concerne un vitrage transparent ayant à la fois
des propriétés antisolaires et des propriétés d'isolation ther-
mique.

Une première face 3 de feuille 200 porte un revêtement
d'oxyde d'étain ou d'indium dopé 13 ayant une épaisseur de
400 nm au moins tandis qu'une deuxième face 1 de feuille
100 porte un revêtement 21 réfléchissant la lumière visible,
comprenant des oxydes d'étain et de titane.

Le vitrage muni de ces couches présente une bonne résis-
tance à l'abrasion et aux agents atmosphériques en même
temps qu'un aspect esthétique agréable.



FR 2 579 588 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un vitrage transparent comprenant au moins une feuille portant un revêtement.

L'emploi de vitrages portant des revêtements est bien connu. Il est connu par exemple d'utiliser un vitrage muni d'une couche qui réduit les pertes calorifiques de la structure vitrée, aux fins d'isolation thermique.

Les revêtements utilisés pour l'isolation thermique présentent certains problèmes. En général, de tels revêtements réduisent l'émissivité de la face de feuille qui les porte vis-à-vis du rayonnement infrarouge de longueur d'onde supérieure à $3\mu\text{m}$. Des revêtements métalliques minces sont souvent utilisés commercialement pour réaliser des revêtements à basse émissivité mais ceux-ci s'érodent et/ou s'altèrent facilement au contact des agents atmosphériques. Il est évidemment possible de disposer un tel revêtement sur une face interne de feuille d'un double vitrage, mais cela peut réduire la performance optique du revêtement et ne résout pas entièrement le problème de l'altération, puisque des polluants atmosphériques et de l'humidité peuvent éventuellement pénétrer dans l'espace intérieur du vitrage et ainsi provoquer la corrosion du revêtement. D'autres exemples de tels revêtements à basse émissivité utilisés commercialement sont des revêtements minces d'oxydes à faible résistance électrique, tels des revêtements d'oxyde d'étain dopé. De tels revêtements présentent en réflexion une couleur interférentielle déplaisante.

Il est également connu d'utiliser un vitrage portant un revêtement qui réduit la transmission du rayonnement solaire, lorsqu'on veut une structure vitrée ayant des propriétés de protection solaire.

Les revêtements de protection solaire contiennent habituellement des oxydes colorés. On a remarqué que différentes difficultés surviennent lorsqu'on veut s'assurer que le revêtement ait une résistance suffisante à l'abrasion et une bonne tenue aux agents atmosphériques, tout en ayant en même temps une coloration satisfaisante, en particulier en

réflexion.

Le coloration d'un revêtement en réflexion est déterminée par l'indice de réfraction de la matière du revêtement et par l'épaisseur du revêtement. La bonne résistance aux agents atmosphériques du revêtement, pourvu qu'il soit constitué d'une matière qui a une résistance propre à la corrosion relativement bonne, dépend de la formation d'un revêtement ayant une porosité faible, et cela implique une certaine épaisseur minimum.

Cette épaisseur minimum requise pour obtenir une résistance satisfaisante aux agents atmosphériques peut être incompatible avec l'obtention d'une coloration souhaitée.

A titre d'exemple, un revêtement de dioxyde de titane de 35 à 40 nm d'épaisseur est pourvu d'excellentes propriétés de protection solaire et présente un aspect métallique en réflexion. Un tel revêtement est cependant assez fragile et peut être trop facilement érodé et/ou corrodé pour avoir une durée de vie intéressante s'il est exposé sur une face externe du vitrage. Il serait possible de conférer au revêtement une résistance meilleure à l'abrasion et à la corrosion en le rendant plus épais. On a trouvé par exemple que des revêtements de dioxyde de titane ayant une épaisseur comprise entre 50 et 60 nm ont une résistance satisfaisante à l'abrasion pour être utilisés sur une face exposée ou externe d'un vitrage. Cependant, l'augmentation de l'épaisseur d'un tel revêtement a pour effet d'altérer son aspect en réflexion, et un revêtement de dioxyde de titane de 50 à 60 nm présente en réflexion une couleur jaunâtre déplaisante.

Un des objets de la présente invention est de fournir un vitrage ayant une combinaison favorable de propriétés de protection solaire et d'isolation thermique, et qui en même temps possède un paramètre supplémentaire dont le contrôle permet l'obtention d'une bonne résistance aux agents atmosphériques en même temps qu'un aspect satisfaisant au point de vue esthétique.

La présente invention concerne un vitrage trans-

parent comprenant au moins une feuille portant un revêtement, caractérisé en ce qu'il porte sur une première face de feuille un premier revêtement transmettant la lumière, de 400nm d'épaisseur au moins, qui comprend de l'oxyde d'étain
5 dopé et/ou de l'oxyde d'indium dopé et qui réduit l'émissivité de cette face de feuille vis-à-vis du rayonnement infrarouge de longueur d'onde supérieure à 3µm, et sur une seconde face de feuille, un second revêtement d'oxyde métallique transmettant la lumière qui comprend au moins 30%
10 d'étain et au moins 30% de titane calculés en pourcentage pondéral du dioxyde respectif dans le second revêtement, et qui augmente jusqu'à 20% au moins la réflexion de cette face de feuille vis-à-vis de la lumière visible incidente normalement, tandis que les propriétés d'absorption de la lumière
15 du second revêtement sont telles que ce dernier a un coefficient de transmission interne vis-à-vis de la lumière visible d'au moins 60% lorsqu'il est calculé de la manière établie ci-dessus.

Pour calculer le facteur de transmission interne du
20 second revêtement seul, on effectue certaines mesures sur la feuille qui porte ce second revêtement. Ces mesures sont effectuées après avoir enlevé tout autre revêtement que la feuille pourrait porter. On trace la courbe spectrale de lumière visible incidente normalement qui est réfléchiée et
25 transmise par la feuille portant le revêtement, au moyen d'un spectrophotomètre, avec de la lumière incidente ayant la composition spectrale de l'Illuminant D65, tel que spécifié par la Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E. 17 Section 45-15-145).

30 Les mesures sont effectuées pour obtenir des valeurs de

LT' la proportion de lumière qui est transmise par la feuille portant le revêtement à une longueur d'onde donnée, la lumière étant incidente normalement sur la face de la
35 feuille portant le revêtement;

R" la proportion de lumière incidente qui est réfléchiée par la face ne portant pas le revêtement à une longueur

d'onde donnée lorsque la lumière est incidente normalement sur cette face.

Le dit second revêtement est ensuite enlevé de la feuille et une série similaire de mesures est effectuée pour
5 obtenir

LT la proportion de lumière incidente normalement qui est transmise par la feuille à une longueur d'onde donnée.

On mesure également l'indice de réfraction (n) du vitrage.

10 La transmission interne θ du revêtement à cette longueur d'onde donnée, c'est-à-dire la proportion de lumière qui traverse le revêtement et qui est donc déterminée exclusivement par l'absorption lumineuse du revêtement, est obtenue par calcul selon les équations suivantes dans les-
15 quelles ρ représente $[(n-1)/(n+1)]^2$ et $E^{-\nu t}$ représente la transmission interne de la feuille dont l'épaisseur est t cm.

$$20 \quad \theta = \frac{(1 - \rho) \cdot LT'}{[\rho \cdot (R'' - \rho) + (1 - \rho)^2] \cdot E^{-\nu t}} \quad (1), \text{ et}$$

$$\nu = - \frac{1}{t} \cdot \ln \left\{ \frac{-(1 - \rho)^2 + [(1 - \rho)^4 + 4 \cdot LT^2 \cdot \rho^2]^{1/2}}{2 \cdot LT \cdot \rho^2} \right\} \quad (2)$$

25 Ces valeurs de θ pour les différentes longueurs d'onde sont alors multipliées par des facteurs qui tiennent compte de la sensibilité spectrale de l'oeil humain normal et de la distribution spectrale de l'énergie irradiée par l'illuminant, et la moyenne pondérée intégrée de ces
30 valeurs est effectuée de façon conventionnelle ainsi que l'a établie la Commission Internationale de l'Eclairage, pour obtenir le dit facteur de transmission interne du revêtement.

35 Un vitrage selon l'invention présente une combinaison très utile de propriétés. En particulier, il présente les avantages d'une bonne protection solaire conférés par le revêtement réfléchissant et les avantages d'une bonne isola-

tion thermique conférés par le revêtement à basse émissivité.

Le premier revêtement a une épaisseur de 400 nm au moins et est constitué d'oxyde d'étain dopé et/ou d'oxyde d'indium dopé. Ces revêtements permettent d'obtenir des émissivités avantageusement basses vis-à-vis de rayons infrarouges ayant des longueurs d'ondes supérieures à 3µm, ils ne présentent pas de couleur déplaisante en réflexion (leur aspect en réflexion est neutre) et, principalement dans le cas de l'oxyde d'étain, ils peuvent être durs et résistants à l'abrasion et aux agents atmosphériques. De tels revêtements peuvent par exemple être formés par pyrolyse ou par une technique de dépôt sous vide.

Le second revêtement comprend au moins 30% d'étain et au moins 30% de titane calculés en pourcentage pondéral de l'oxyde respectif dans le dit second revêtement. On a trouvé que ceci procure le meilleur compromis entre les propriétés de protection solaire du second revêtement (dues en grande partie à la présence de titane) et une bonne résistance à l'abrasion (imputable à la présence d'étain).

De tels revêtements peuvent également être formés par pyrolyse ou par une technique de dépôt sous vide. Le choix de la technique à utiliser pour la formation de tout revêtement particulier dépend de l'équipement disponible au moment voulu. On peut aisément réaliser de tels revêtements ayant en réflexion un aspect neutre ou un autre aspect acceptable au point de vue esthétique, et ceci présente un avantage extrêmement important au point de vue commercial.

De plus, les proportions relatives de dioxydes d'étain et de titane dans le second revêtement peuvent être modifiées pour obtenir une bonne résistance aux agents atmosphériques en même temps qu'un aspect esthétiquement plaisant. On a signalé qu'il existe une certaine épaisseur minimum permise pour qu'un revêtement ait une porosité faible, et donc une bonne résistance aux agents atmosphériques. En fait, on a trouvé que, pour des revêtements de dioxyde de titane, cette épaisseur minimum est de 40nm ou

légèrement plus. Par l'incorporation dans le revêtement de 30% au moins de dioxyde d'étain, on a trouvé qu'on peut réduire l'indice de réfraction du revêtement et ainsi augmenter son épaisseur réelle sans augmenter son épaisseur
5 optique. Il en résulte que, pour l'obtention de propriétés optiques données, on peut utiliser un revêtement plus épais et donc plus résistant aux agents atmosphériques. On a également trouvé que ceci améliore la résistance à l'abrasion du revêtement. La résistance à l'abrasion d'un tel
10 second revêtement est améliorée par rapport à celle d'un revêtement de dioxyde de titane de même épaisseur optique, parce qu'un tel second revêtement a une épaisseur réelle plus grande et parce que l'addition d'ions étain modifie la nature du second revêtement d'une manière favorable à sa
15 résistance à l'abrasion. Il est dès lors possible de simuler un revêtement mince de dioxyde de titane, mais qui possède de meilleures propriétés de vieillissement.

Il est donc également possible d'obtenir un vitrage pourvu de deux couches ayant chacune une bonne résistance à
20 l'abrasion et aux agents atmosphériques. Un tel vitrage peut être manipulé et mis en place sans précautions particulières.

Pour tester la résistance à l'abrasion d'un tel second revêtement, on peut utiliser une pièce d'usure annulaire animée d'un mouvement de va-et-vient, ayant un diamètre intérieur de 2 cm et un diamètre extérieur de 6 cm, pour donner une surface d'usure de 25 cm². La pièce d'usure est constituée d'un tampon de feutre monté sur une pièce
25 métallique annulaire. La pièce d'usure est montée dans un tube lesté (poids de l'ensemble: 1,7kg) glissant verticalement dans un support. Un contact constant est assuré de cette manière entre la pièce d'usure et l'échantillon. Le trou de la pièce métallique annulaire forme un réservoir pour une suspension aqueuse de sable broyé ayant un diamètre
30 moyen de grain de 0,1mm, que l'on laisse s'écouler entre le tampon de feutre et le vitrage portant le revêtement, que l'on essaie. Le support portant la pièce d'usure est animé

d'un mouvement de va-et-vient au moyen d'un système à bielle, avec une amplitude de 3cm et une fréquence de 1Hz. Après un certain temps, on obtient une figure d'usure formée de griffes très rapprochées, avec un reste de revêtement non détruit entre elles. Cette étape est éventuellement suivie de l'enlèvement complet ou substantiellement complet du revêtement. Dans la présente description, des références spécifiques ou comparatives à la résistance à l'abrasion sont des références à la résistance à l'abrasion mesurée selon ce test.

Lorsqu'un vitrage selon l'invention est installé dans un bâtiment avec le second revêtement réfléchissant disposé du côté extérieur vis-à-vis du premier revêtement à basse émissivité, on remarque que le second revêtement masque ou atténue des variations de la couleur apparente qui peuvent se produire avec des variations accidentelles de l'épaisseur du premier revêtement. Il est surprenant qu'un tel effet soit obtenu au moyen d'un revêtement qui réduit peu la transmission totale de la lumière visible au travers du vitrage. En fait, grâce à l'invention, l'emploi d'un revêtement à basse émissivité combiné avec un tel second revêtement est tout-à-fait compatible avec la production d'un vitrage ayant un facteur de transmission lumineuse élevé: un tel facteur de transmission lumineuse élevé peut être obtenu simplement en utilisant un matériau de vitrage clair.

Un autre problème est particulièrement apparent avec des revêtements utilisés à des fins d'isolation thermique. En raison de la pratique moderne de vitrer de relativement grandes surfaces de façades au moyen de vitrages portant des couches, un observateur stationnaire verra ces vitrages sous des angles notablement différents sur leur surface totale, et il en résulte que l'épaisseur optique de la matière du revêtement perçue variera d'un endroit à un autre, de sorte que la couleur perçue variera également. A titre d'exemple, un vitrage portant un revêtement placé à un endroit élevé d'un bâtiment peut, lorsqu'il est regardé depuis le niveau

de la rue, apparaît d'une couleur à son sommet tandis que sa base semble avoir une couleur assez différente, même si le revêtement est d'épaisseur parfaitement uniforme et même si le vitrage apparaît parfaitement neutre à un occupant d'un local dont un mur en est pourvu.

En raison de l'utilisation d'un tel second revêtement constitué d'un mélange de dioxydes d'étain et de titane, le vitrage est également beaucoup moins sujet à ce phénomène de variation de couleur.

En outre, le vitrage est relativement dépourvu d'effets gênants d'interférence créés par la présence de plus d'un revêtement.

Afin d'obtenir un vitrage ayant une transmission lumineuse élevée, on préfère que l'épaisseur du premier revêtement ne soit pas supérieure à 1000nm. De fait, dans des formes spécialement avantageuses de réalisation de l'invention, le premier revêtement a une épaisseur comprise entre 400nm et 1000nm.

Avantageusement, le vitrage comprend au moins deux feuilles et les premier et second revêtements sont portés par des faces de feuilles différentes. Cette caractéristique simplifie la fabrication puisqu'une feuille donnée nécessite seulement un dépôt de couche sur une face. L'invention peut de ce fait être appliquée à un vitrage feuilleté ou à un vitrage multiple qui peut comporter ou non un ou plusieurs panneau(x) feuilleté(s). Il faut noter qu'il est avantageux d'utiliser un vitrage multiple en raison de l'isolation thermique offerte par ce vitrage. Des vitrages multiples et des vitrages feuilletés peuvent également offrir une amélioration de l'isolation acoustique.

De préférence, dans un tel vitrage multiple, la première face de feuille est une face interne du vitrage. L'adoption de cette caractéristique favorise une transmission réduite du rayonnement infra-rouge au travers du vitrage du côté qui fait face à cette première face de feuille, et la position du revêtement sur cette face peut offrir un certain degré de protection contre l'abrasion et

l'altération par les agents atmosphériques.

Avantageusement, les premier et second revêtements sont portés par des faces de feuilles dirigées vers le même côté du vitrage. De préférence, le second revêtement est
5 porté par une face externe de feuille du vitrage. Chacune de ces caractéristiques favorise également l'obtention de bons résultats en ce qui concerne l'uniformité d'apparence du vitrage, avec des propriétés de transmission du rayonnement électromagnétique avantageuses.

10 De préférence, le second revêtement augmente jusqu'à 25% au moins la réflexion de cette face de feuille vis-à-vis de la lumière visible incidente normalement. L'adoption de cette caractéristique donne une protection améliorée vis-à-vis du rayonnement solaire incident, et elle peut aussi
15 améliorer le masquage du phénomène de variation de couleur.

Dans les formes préférées de réalisation de l'invention, le second revêtement comprend au moins 50% de titane calculés en pourcentage pondéral de dioxyde de titane. On a trouvé ceci avantageux car cette disposition favorise la ré-
20 flexion de la lumière visible à un interface entre un tel second revêtement et l'air.

Dans les formes préférées de réalisation de l'invention, au moins 95% en poids des ions métalliques dans le second revêtement consistent en ions étain et titane et les
25 proportions relatives d'ions étain et titane dans le second revêtement sont telles qu'elles confèrent au second revêtement un indice de réfraction qui n'est pas supérieur à 2,2. L'indice de réfraction d'un revêtement mince d'oxyde de titane est plus élevé que cela. L'adoption de cette caracté-
30 ristique facultative préférée de la présente invention favorise, pour une épaisseur optique donnée, une épaisseur réelle plus forte que celle d'un tel second revêtement qui serait composé de dioxyde de titane substantiellement pur.

L'indice de réfraction d'un tel revêtement peut être
35 mesuré de différentes manières, mais on risque d'obtenir des résultats légèrement différents selon les différentes techniques employées. Dans la présente description, des réfè-

rences à des valeurs spécifiques d'indice de réfraction sont des références à des valeurs mesurées par la technique d'ellipsométrie classique telle que décrite dans "Thin Film Phenomena", K.L. Chopra, McGraw Hill, 1969, pages 738 à 741, 5 la mesure étant effectuée au moyen de la raie D du sodium.

Dans les formes préférées de réalisation de l'invention, l'épaisseur du second revêtement et les proportions relatives d'ions étain et titane dans ce second revêtement sont telles qu'elles donnent une augmentation interféren- 10 tielle de la réflexion de la lumière visible de longueur d'onde inférieure à 500nm. De cette manière, le vitrage présentera un aspect métallique lorsqu'il est regardé à la lumière du jour ordinaire, en réflexion du côté portant le revêtement.

15 Avantageusement, au moins un revêtement est porté par une feuille de verre.

Un tel verre peut être du verre clair, quoique certaines formes de réalisation de l'invention dans lesquelles le verre est du verre teinté, par exemple du verre 20 bronze, ont des propriétés d'absorption lumineuses qui sont avantageuses dans certaines circonstances.

Certaines formes préférées de réalisation de l'invention seront maintenant décrites plus en détail en se référant aux dessins annexés et aux exemples suivants.

25 Dans les dessins, les figures 1 à 3 sont chacune une vue en coupe d'un détail d'un vitrage selon l'invention.

Chacun des dessins montre une vue en coupe et en détail d'un double vitrage transparent. Aux quatre faces successives des deux feuilles sont attribués les numéros de 30 référence 1 à 4 de gauche à droite dans les dessins, et aux deux feuilles sont attribués les numéros de référence 100 et 200 respectivement. Chaque dessin montre également un premier revêtement (12 ou 13) d'oxyde d'indium dopé ou d'oxyde d'étain dopé déposé sur une face d'une feuille, qui réduit 35 l'émissivité de cette face de feuille vis-à-vis du rayonnement infra-rouge ayant des longueurs d'ondes supérieures à 3µm. Le premier revêtement 12 représenté dans la figure 1

est déposé sur la face de feuille 2, et le premier revêtement 13 dans les figures 2 et 3 est déposé sur la face de feuille 3. Un second revêtement (21 ou 22) est déposé sur une autre face d'une feuille de chaque vitrage; ce second
5 revêtement augmente jusqu'à 20% au moins la réflexion de sa face de feuille respective vis-à-vis de lumière visible incidente normalement, tandis que les propriétés d'absorption de lumière de ce second revêtement sont telles que celui-ci a un facteur de transmission interne vis-à-vis de
10 la lumière visible de 60% au moins lorsqu'il est calculé de la manière établie ci-dessus. Un second revêtement 21 est déposé sur une face de feuille 1 et un second revêtement 22 est déposé sur une face de feuille 2.

On notera que la feuille 100 de la figure 1, dont
15 les deux faces 1 et 2 portent des revêtements 21 et 12 respectivement, constitue à elle seule un vitrage selon l'invention.

Chaque vitrage est destiné à être installé dans un bâtiment de manière que sa face de feuille 1 soit dirigée
20 vers l'extérieur.

Suivent maintenant différents exemples de revêtements et de matières destinés à de tels vitrages.

EXEMPLE 1

Cet exemple répond à la figure 1. Chaque feuille de
25 verre 100, 200 est constituée de verre flotté clair de 6 mm d'épaisseur. Une de ces feuilles 100 est pourvue d'un revêtement 12 d'oxyde d'étain dopé au fluor déposé sur sa face 2. Le revêtement 12 a une épaisseur de 750 nm est formé par une technique de pulvérisation pyrolytique classique, dans
30 laquelle un ruban de 6mm d'épaisseur de verre flotté clair que l'on vient de former et qui est encore chaud est acheminé au travers d'un poste de revêtement. Ce revêtement a une émissivité inférieure à 0,20 vis-à-vis du rayonnement infra-rouge ayant des longueurs d'ondes supérieures à 3µm.
35 L'autre face de cette même feuille 100 est pourvue d'un second revêtement 21 comprenant de l'oxyde d'étain et de l'oxyde de titane.

Ce revêtement est formé en découpant du ruban de verre flotté portant le revêtement, une feuille qui est ensuite chauffée et acheminée à travers un poste de revêtement. L'atmosphère dans le poste de revêtement a une température moyenne d'environ 300°C, et la feuille pénétrant dans ce poste a une température moyenne d'environ 600°C.

On fabrique une solution formatrice de revêtement au moyen de dibutyldiacétate d'étain et de diacétylacétonate-diisopropylate de titane dans de la diméthylformamide en tant que solvant.

Cette solution est pulvérisée à raison de 140 litres par heure pour former sur la feuille de verre un revêtement de 47,5nm d'épaisseur.

La composition calculée en poids du second revêtement 21 est 41% de dioxyde d'étain et 59% de dioxyde de titane, et ce revêtement a un indice de réfraction de 2,1. Le second revêtement 21 a un facteur de transmission interne vis-à-vis de la lumière visible de 74% lorsqu'il est calculé de la manière établie ci-dessus.

Le facteur de réflexion lumineuse de la feuille de verre portant le revêtement 21 seul est 27,1% lorsqu'on la regarde du côté de sa face portant le revêtement.

Le revêtement 21 présente un aspect métallique en réflexion. Lorsque la résistance à l'abrasion du second revêtement de cet exemple est mesurée ainsi qu'on l'a décrit ci-dessus, après une abrasion de 30 minutes, on trouve quelques griffes apparentes dans le revêtement lorsque celui-ci est examiné au microscope.

La feuille 100 ainsi revêtue, qui constitue en elle-même un vitrage selon l'invention, est alors assemblée en relation espacée avec la seconde feuille 200 ne portant pas de revêtement, pour former un double vitrage ainsi que le représente la figure 1.

Différentes propriétés de la feuille 100 seule et du double vitrage sont alors mesurées vis-à-vis de l'énergie radiante incidente sur le second revêtement 21 déposé sur la face 1 de la feuille. Les résultats sont les suivants:

	Feuille 100	Double Vitrage
Facteur de transmission lumineuse	60,0%	54,2%
Facteur de réflexion lumineuse	30,9%	33,9%
5 Facteur d'absorption lumineuse	8,9%	11,9%
Facteur de transmission énergétique	51,6%	42,1%
Facteur de réflexion énergétique	23,8%	25,9%
Facteur d'absorption énergétique	24,5%	32,0%
10 Les facteurs de transmission, de réflexion et d'ab-		
sorption lumineuses de vitrages donnés ci-dessus et dans les		
exemples suivants sont obtenus par calcul en tenant compte		
de la distribution spectrale de la source lumineuse utilisée		
(Illuminant C.I.E. D65) et de la sensibilité de l'oeil		
humain normal à différentes longueurs d'ondes lumineuses.		
15 Les facteurs de transmission, de réflexion et d'absorption		
énergétiques de vitrages sont obtenus par calcul en tenant		
compte de la distribution spectrale d'un radiateur dont la		
composition spectrale est celle du rayonnement solaire		
direct à une élévation de 30° au dessus de l'horizon (cette		
20 composition étant donnée par la table de Moon pour une masse		
d'air égale à 2).		

De plus, on a trouvé que le double vitrage a un coefficient de transmission calorifique (un coefficient K ou une valeur U) de $1,4 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ en comparaison avec

25 une valeur de $2,6 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ pour un vitrage de dimension similaire, mais ne portant pas les deux couches.

Dans une variante de cet exemple, la feuille 100 est remplacée par un vitrage feuilleté constitué de deux feuilles de verre clair de 3mm d'épaisseur chacune qui sont

30 solidarisées l'une à l'autre au moyen d'un film de polyvinylbutyral de 0,38mm d'épaisseur. Les revêtements 21, 12 sont appliqués sur chacune de ces feuilles avant le feuilletage, et les feuilles revêtues sont solidarisées l'une à l'autre de sorte que les revêtements soient disposés sur les

35 faces externes du vitrage feuilleté. Les propriétés optiques et énergétiques du vitrage feuilleté à couches sont très similaires à celles de la feuille revêtue 100.

EXEMPLE 2

Le vitrage de cet exemple diffère de celui de l'exemple 1 uniquement du fait que le premier revêtement d'oxyde d'étain dopé au fluor apparaît sur la face de
 5 feuille 3 plutôt que sur la face de feuille 2. La seule différence entre la formation des seconds revêtements 21 de cet exemple et de l'exemple 1 est que, ici, ce revêtement est déposé sur un ruban fraîchement formé de verre chaud, ce qui procure des avantages de fabrication.

10 Différentes propriétés du vitrage sont mesurées vis-à-vis de l'énergie radiante incidente sur le second revêtement 21 déposé sur la face 1 de la feuille. Les résultats sont les suivants:

	Facteur de transmission lumineuse	54,3%
15	Facteur de réflexion lumineuse	34,6%
	Facteur d'absorption lumineuse	10,9%
	Facteur de transmission énergétique	42,2%
	Facteur de réflexion énergétique	27,1%
	Facteur d'absorption énergétique	30,6%

20 De plus, on a également trouvé que le vitrage a un coefficient de transmission calorifique (un coefficient K ou une valeur U) de $1,4 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

EXEMPLE 3

Le vitrage de cet exemple diffère de celui de
 25 l'exemple 2 uniquement par le fait que la feuille 100 sur laquelle est déposé le second revêtement d'oxydes d'étain et de titane est du verre flotté bronze, également de 6 mm d'épaisseur.

30 Différentes propriétés du vitrage sont mesurées vis-à-vis de l'énergie radiante incidente sur le second revêtement 21 déposé sur la face 1 de la feuille. Les résultats sont les suivants:

15.

	Facteur de transmission lumineuse	29,9%
	Facteur de réflexion lumineuse	28,6%
	Facteur d'absorption lumineuse	41,4%
	Facteur de transmission énergétique	25,7%
5	Facteur de réflexion énergétique	22,6%
	Facteur d'absorption énergétique	51,5%

De plus, on a également trouvé que le vitrage a un coefficient de transmission calorifique (un coefficient K ou une valeur U) de $1,4 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

10 EXEMPLE 4

Le vitrage de cet exemple est tel que représenté dans la figure 2 et comprend deux feuilles de verre clair de 4mm d'épaisseur chacune. Un revêtement 13 d'oxyde d'étain dopé est déposé sur la face 3 du vitrage. Son épaisseur est de 400nm et son émissivité de 0,25. Un revêtement 21 de dioxydes de titane et d'étain est formé sur la face 1 du vitrage, ainsi qu'on le décrit dans l'exemple 1.

On a également trouvé que le vitrage a un coefficient de transmission calorifique (un coefficient K ou une valeur U) de $1,5 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

Différentes propriétés du vitrage sont mesurées vis-à-vis de l'énergie radiante incidente sur le second revêtement 21 déposé sur la face 1 de la feuille. Les résultats sont les suivants:

25	Facteur de transmission lumineuse	61,6%
	Facteur de réflexion lumineuse	33,0%
	Facteur d'absorption lumineuse	5,3%
	Facteur de transmission énergétique	55,1%
	Facteur de réflexion énergétique	26,4%
30	Facteur d'absorption énergétique	18,4%

EXEMPLE 5

Le vitrage de cet exemple est tel que représenté dans la figure 2 et comprend deux feuilles de verre clair de 6mm d'épaisseur chacune. Un revêtement 13 d'oxyde d'étain dopé est déposé sur la face 3 du vitrage. Son épaisseur est de 750nm et son émissivité est inférieure à 0,20. Un revêtement 21 de dioxydes de titane et d'étain est formé sur la

face 1 du vitrage en pulvérisant une solution formatrice de revêtement fabriquée au moyen de dibutyldiacétate d'étain et de diacétylacétonatediisopropylate de titane dans de la diméthylformamide en tant que solvant. On forme sur la
5 feuille de verre un revêtement de 52nm d'épaisseur.

La composition, calculée en poids, de ce revêtement est 70% de dioxyde d'étain et 30% de dioxyde de titane, et ce revêtement a un indice de réfraction d'environ 2,05. Le revêtement a un facteur de transmission interne vis-à-vis de
10 la lumière visible d'environ 77% lorsqu'il est calculé de la manière établie ci-dessus.

La feuille de verre portant le revêtement 21 seul a un facteur de réflexion lumineuse de 25,1% lorsqu'elle est regardée du côté de sa face revêtue.

15 Le revêtement 21 présente un aspect métallique en réflexion. Lorsque la résistance à l'abrasion du second revêtement de cet exemple est testée de la manière décrite ci-dessus, après 40 minutes d'abrasion, on trouve quelques griffes dans le revêtement lorsque celui-ci est inspecté au
20 microscope.

On a trouvé que le vitrage a un coefficient de transmission calorifique (un coefficient K ou une valeur U) de $1,4 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

Différentes propriétés du vitrage sont mesurées vis-à-vis de l'énergie radiante incidente sur le second revêtement 21 déposé sur la face 1 de la feuille. Les résultats sont les suivants:

	Facteur de transmission lumineuse	57,8%
	Facteur de réflexion lumineuse	33,8%
30	Facteur d'absorption lumineuse	8,4%
	Facteur de transmission énergétique	45,7%
	Facteur de réflexion énergétique	26,4%
	Facteur d'absorption énergétique	27,9%

Dans une variante de cet exemple, un vitrage portant
35 les mêmes revêtements est construit ainsi qu'on le représente dans la figure 3 avec le revêtement d'oxyde d'étain disposé sur la face de feuille 2 et le revêtement d'oxydes

17.

de titane et d'étain déposé sur la face de feuille 3. Les résultats sont les suivants:

	Facteur de transmission lumineuse	57,7%
	Facteur de réflexion lumineuse	29,0%
5	Facteur d'absorption lumineuse	13,3%
	Facteur de transmission énergétique	45,6%
	Facteur de réflexion énergétique	20,0%
	Facteur d'absorption énergétique	34,4%

EXEMPLE 6

10 Le vitrage de cet exemple est tel que le représente la figure 2 et comprend deux feuilles de verre clair de 6mm d'épaisseur chacune. Un revêtement 13 d'oxyde d'étain dopé est déposé sur la face 3 du vitrage. Son épaisseur est de 750nm et son émissivité est inférieure à 0,20. Un revêtement
15 21 de dioxydes de titane et d'étain est formé sur la face 1 du vitrage avec une épaisseur de 50nm.

La composition, calculée en poids, de ce revêtement est 31% de dioxyde d'étain et 69% de dioxyde de titane, et ce revêtement a un indice de réfraction d'environ 2,19. Le
20 revêtement a un facteur de transmission interne vis-à-vis de la lumière visible d'environ 73% lorsqu'il est calculé de la manière établie ci-dessus.

La feuille de verre portant le revêtement 21 seul a un facteur de réflexion lumineuse de 30%.

25 Le revêtement 21 présente un aspect métallique en réflexion. Lorsque la résistance à l'abrasion du second revêtement de cet exemple est testée de la manière décrite ci-dessus, le résultat est assez similaire au résultat indiqué dans l'exemple 1.

30 On a trouvé que le vitrage a un coefficient de transmission calorifique (un coefficient K ou une valeur U) de $1,4 \text{ kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

Différentes propriétés du vitrage sont mesurées vis-à-vis de l'énergie radiante incidente sur le second revêtement 21 déposé sur la face 1 de la feuille. Les résultats
35 sont les suivants:

	Facteur de transmission lumineuse	53,1%
	Facteur de réflexion lumineuse	36,2%
	Facteur d'absorption lumineuse	10,7%
	Facteur de transmission énergétique	41,0%
5	Facteur de réflexion énergétique	28,6%
	Facteur d'absorption énergétique	30,4%

REVENDEICATIONS

1. Vitrage transparent comprenant au moins une feuille portant un revêtement, caractérisé en ce qu'il porte sur une première face de feuille un premier revêtement transmettant la lumière, de 400nm d'épaisseur au moins, qui
 5 comprend de l'oxyde d'étain dopé et/ou de l'oxyde d'indium dopé et qui réduit l'émissivité de cette face de feuille vis-à-vis du rayonnement infrarouge de longueur d'onde supérieure à 3µm, et sur une seconde face de feuille, un second revêtement d'oxyde métallique transmettant la lumière
 10 qui comprend au moins 30% d'étain et au moins 30% de titane calculés en pourcentage pondéral du dioxyde respectif dans le second revêtement, et qui augmente jusqu'à 20% au moins la réflexion de cette face de feuille vis-à-vis de la lumière visible incidente normalement, tandis que les propriétés
 15 d'absorption de la lumière du second revêtement sont telles que ce dernier a un coefficient de transmission interne vis-à-vis de la lumière visible d'au moins 60% lorsqu'il est calculé de la manière établie ci-dessus.

2. Vitrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier revêtement a une épaisseur comprise entre 400nm et 1000nm.

3. Vitrage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux feuilles et en ce que les dits premier et second revêtements sont portés
 25 par des faces de feuilles différentes.

4. Vitrage selon la revendication 3, caractérisé en ce que la dite première face de feuille est une face interne du vitrage.

5. Vitrage selon la revendication 4, caractérisé en ce que les dits premier et second revêtements sont portés par des faces de feuilles dirigées vers le même côté du vitrage.

6. Vitrage selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le dit second revêtement est porté par une face externe de feuille du vitrage.

7. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le dit second revêtement augmente

jusqu'à 25% au moins la réflexion de cette face de feuille vis-à-vis de la lumière visible incidente normalement.

8. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le dit second revêtement comprend au moins 50% de titane calculés en pourcentage pondéral de dioxyde de titane.

9. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'au moins 95% en poids des ions métalliques dans le second revêtement consistent en ions étain et titane et en ce que les proportions relatives d'ions étain et titane dans le second revêtement sont telles qu'elles confèrent au second revêtement un indice de réfraction qui n'est pas supérieur à 2,2.

10. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'épaisseur du second revêtement et les proportions relatives d'ions étain et titane dans ce second revêtement sont telles qu'elles donnent une augmentation interférentielle de la réflexion de la lumière visible de longueur d'onde inférieure à 500nm.

11. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'au moins un dit revêtement est porté par une feuille de verre.

12. Vitrage selon la revendication 11, caractérisé en ce que le verre est du verre teinté.

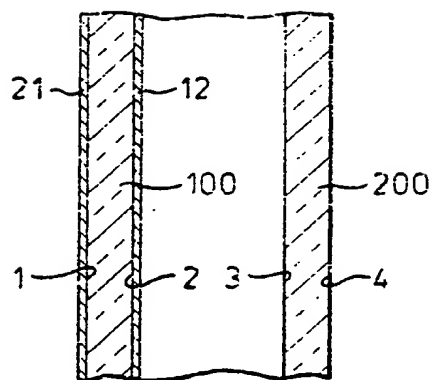


FIG. 1

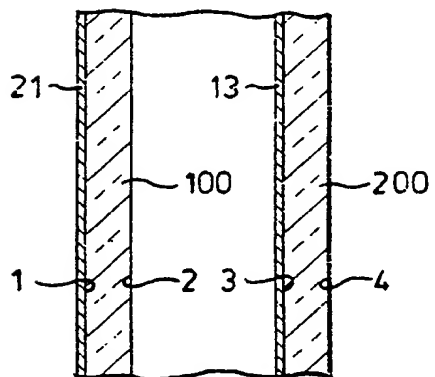


FIG. 2

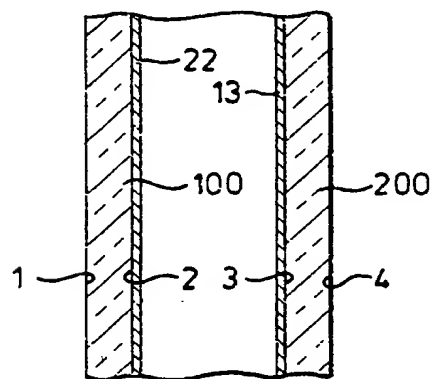


FIG. 3